第六章　草 莓

草莓土壤管理與施肥推薦參考資訊

苗栗區農業改良場　蔡正賢

一、宜栽植風土條件

(一) 主要栽培作物介紹-品種及產地分佈

草莓種植面積約 577 公頃，主要產區為苗栗縣 （513 公頃），南投縣（18.公頃）及新竹縣（17 公頃）。草莓在台灣種植最早溯 1934 年由日本引進，曾種植於台北蘆洲、五股、金山、苗栗大湖等地。種植品種曾有馬歇爾、福羽、愛利收、春香、豐香（桃園一號）、艷紅（桃園二號）、狀元紅（桃園三號）及紅冠（桃園四號）等品種。

(二) 產業介紹

草莓慣用半圓高畦、表面敷蓋方式栽培，畦溝有利於雨水的排除，使植株不受水害，作物生長整齊。敷蓋可降低土壤水分的蒸發或養分淋洗損失，控制雜草，降低病害。草莓栽培農民長時間之採果動作，造成脊椎彎曲或長骨刺之患者逐年增加，同時在農村勞力老化，人力外流之情況下，此項產業已使農民無法負荷。苗栗區農業改良場自 1999 年起致力開發高架床栽培方法，草莓高架床栽培是以人性化之栽培方式為基礎，改善傳統重勞力栽培方式，減輕農民身體負擔。

(三) 氣候條件

選擇光照充足及通風良好之地區，草莓較不容易得病蟲害，而且土壤蒸發作用較強，有利植物吸收養分，果品品質及風味會較好；草莓性喜冷涼，葉片發展的基礎溫度約 2.5℃，最適溫度約 20℃。草莓生長初期常有寒流來襲，敷蓋塑膠膜可防止地溫過低，有利於養分礦化，增加早期產量。冬季強風對草莓物理傷害較大，風勢較大的地區，應注意適當的防風措施。以台灣氣候而言，草莓生長初期，降雨較少，氣候適宜，病蟲害控制較容易；隨後氣候變化大，病蟲害發生較多，可把栽培目標放在提升早期產量及產品品質上。

草莓耐鹽性不佳，土壤電導度值（土水比 1:1）在 1 dS/m 以上會導致減產；灌溉用的水質必需經過檢驗，以不超過 0.7 dS/m 為宜。草莓應採露天栽培，在台灣的雨水條件下可以不必擔心土壤鹽分的累積。草莓定植期，水分需求較高，若採用淹灌方式，在強烈蒸發散作用下，水分藉毛細作用由畦底向上移動，發生鹽類聚積在畦頂而呈白色的現象，常造成草莓苗嚴重缺株，應注意當年氣象條件及改變施肥習慣。

(四) 土壤條件

草莓是淺根作物，最大根深僅有 30 公分，根系不容易吸收利用底層土壤的水分，加以其葉面積大，蒸散需水量大，耐旱性差，整個生長期間都需要充足的水分供應。草莓耐澇性也差，土壤排水不良，根部缺氧嚴重時，會引起葉片黃化、萎凋甚至死亡。適宜栽培草莓的土壤要有良好的耕耘性；碎土容易，通氣和保水能力均為良好的土壤，

栽培管理的工作較易進行。由於草莓對水之要求甚嚴，加之根系脆弱，故應選擇在土層深厚並能適當灌溉，不淹水且地下水位低之地區。最好使用土鑽觀察有效土層及土壤排水性。

二、土壤與葉片分析營養診斷

(一) 養分需求

草莓生長期大致可分為幼苗期 (約第一個月)、生長期 (約第二個月)、收穫早期 (約第三個月)、收穫盛期 (約第四至五個月)、及收穫後期 (約第六個月)。生長期之前，應提供養分，以發育足夠的分株 (branch) 數，才有助於產量；但是主要收穫後期 (約第四至六個月)，仍要有足夠養分，才有較高產量。

草莓養分早期主要分配在根及莖葉，此兩部分養分需求氮量會逐漸降低，往後果實會累積較高之氮 (53%)、磷 (60%)及鉀(64%)，高過其他器官所吸收養分總合。早期研究發現果實及花萼所移除之養分為氮 30.2-39.2 公斤/公頃、磷 5.8-7.3 公斤/公頃、鉀 39.1-51.1 公斤/公頃。

土壤無機氮含量為 10.1 mg/kg，草莓葉片氮含量即可達到適宜值 20 g/kg，維持草莓收穫盛期之葉片氮適宜值下限 28 g kg^{-1} 的土壤礦物氮含量估算為 50 mg/kg。土壤 Bray-1 磷含量為 30 mg/kg 以上，草莓葉片磷含量即可達到適宜值下限 2.0 g/kg。土壤交換性鉀含量 60 mg/kg 以上，施用鉀肥對產量沒有顯著差異，但可能與鈣或鎂有拮抗作用。草莓對缺鈣較敏感，土壤交換性鈣至少要 1,000 mg/kg。易發生缺鈣之農田，應控制氮與鉀肥的用量。

(二) 營養障礙—過多或缺乏症狀

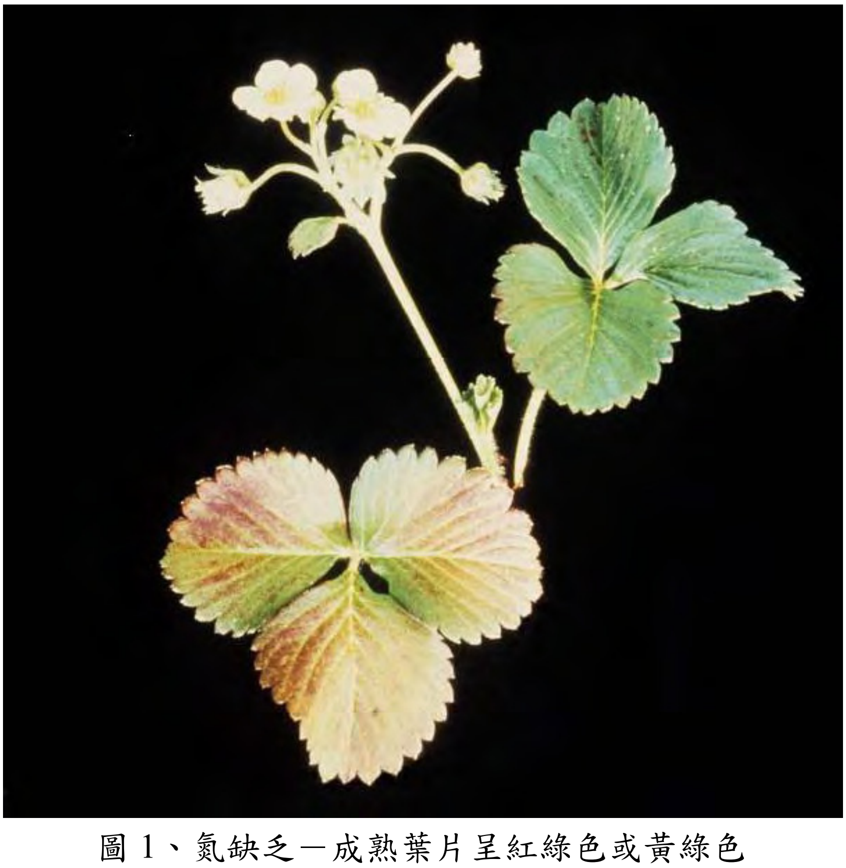

圖 1、氮缺乏－成熟葉片呈紅綠色或黃綠色

圖 2、磷缺乏－葉緣呈紫色，通常老葉較新葉嚴重

圖 3、鈣缺乏－新葉葉片尖端逐漸乾枯

圖 4、鈣缺乏－新葉葉片尖端逐漸乾枯

圖 5、鈣缺乏－極端缺鈣時，葉易縐捲

圖 6、硼缺乏－新葉卷曲畸型化，花粉量少，果實畸形

圖 7、硼過剩－葉緣部褐變 (左)，葉身捲曲，嚴重紫變黑 (右)

(三) 土壤與葉片採樣方法

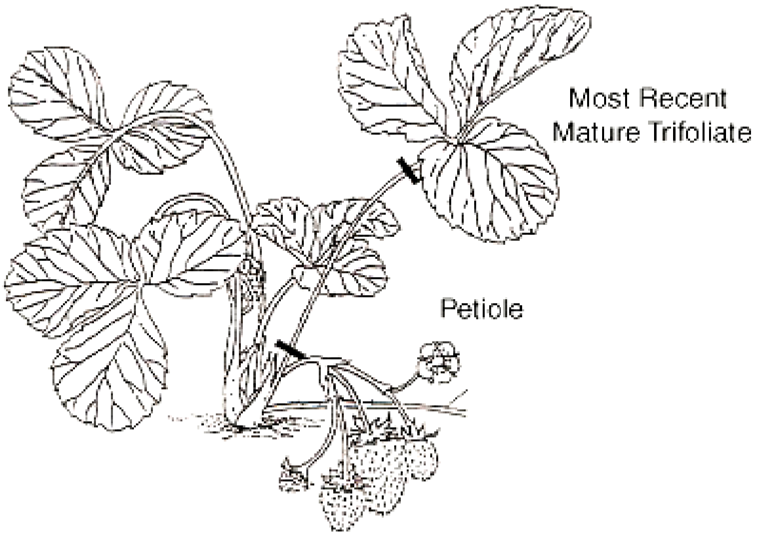

圖 8、草莓葉片採樣部位，葉片採最新成熟葉，共 30-50 葉，可含葉柄一併採下

1. 土壤與葉片營養診斷適宜範圍或參考值

表 1、土壤磷鉀肥力等級

有效養分	非常低	低	中	高	非常高
			肥力等級		
	---mg/kg---				
Bray-1 磷	< 10	10-15	16-30	31-60	> 60
交換性鉀	< 20	20-35	36-60	61-125	> 125

表 2、不同磷鉀肥力等級之肥料推薦量

肥料	非常低	低	中	高	非常高
			肥力等級		
	---公斤/公頃---				
磷酐	165	132	112	0	0
氧化鉀	165	132	112	0	0

表 3、草莓新成熟葉片營養標準 (Fla. Agr. Statistics Service, 1995)

元素	收穫初期	收穫盛期
	--- g/kg ---	
氮	20-35	28-35
磷	2-4	2-4
鉀	15-25	11-25
鈣	4-15	4-15
鎂	2.5-5	2-4

表 4、草莓葉片營養標準（農試所）

元素	範圍
氮　g/kg	14-24
磷　g/kg	1.3-3.5
鉀　g/kg	15.8-27.5
鈣　g/kg	8.6-17.1
鎂　g/kg	30-54
鐵　mg/kg	90-200
錳　mg/kg	20-800
銅　mg/kg	2.0-5.0
鋅　mg/kg	20-40
硼　mg/kg	30-55

三、土壤管理與施肥推薦

(一) 依據土壤管理組圖提出土壤管理推薦：

苗栗縣栽培區主要為大湖鄉及獅潭鄉，有六個土壤管理組，可依據各管理組之土壤深度、母質、排水等特性而進行肥培管理。例如非石灰性淺層排水不完全沖積土，土層深度低，大多在 40 公分以內，地下水位相對較高，須加強土壤保水與排水管理，保肥力較差，肥料承載力低，應避免投入大量肥料，並分多次施肥以減少肥料流失；非石灰性中（細）質地排水不完全沖積土，土壤保水力中上，剖面下緣排水較差，須加強土壤排水管理。中質地排水良好黃壤，土壤略為偏酸，應適當施用石灰。

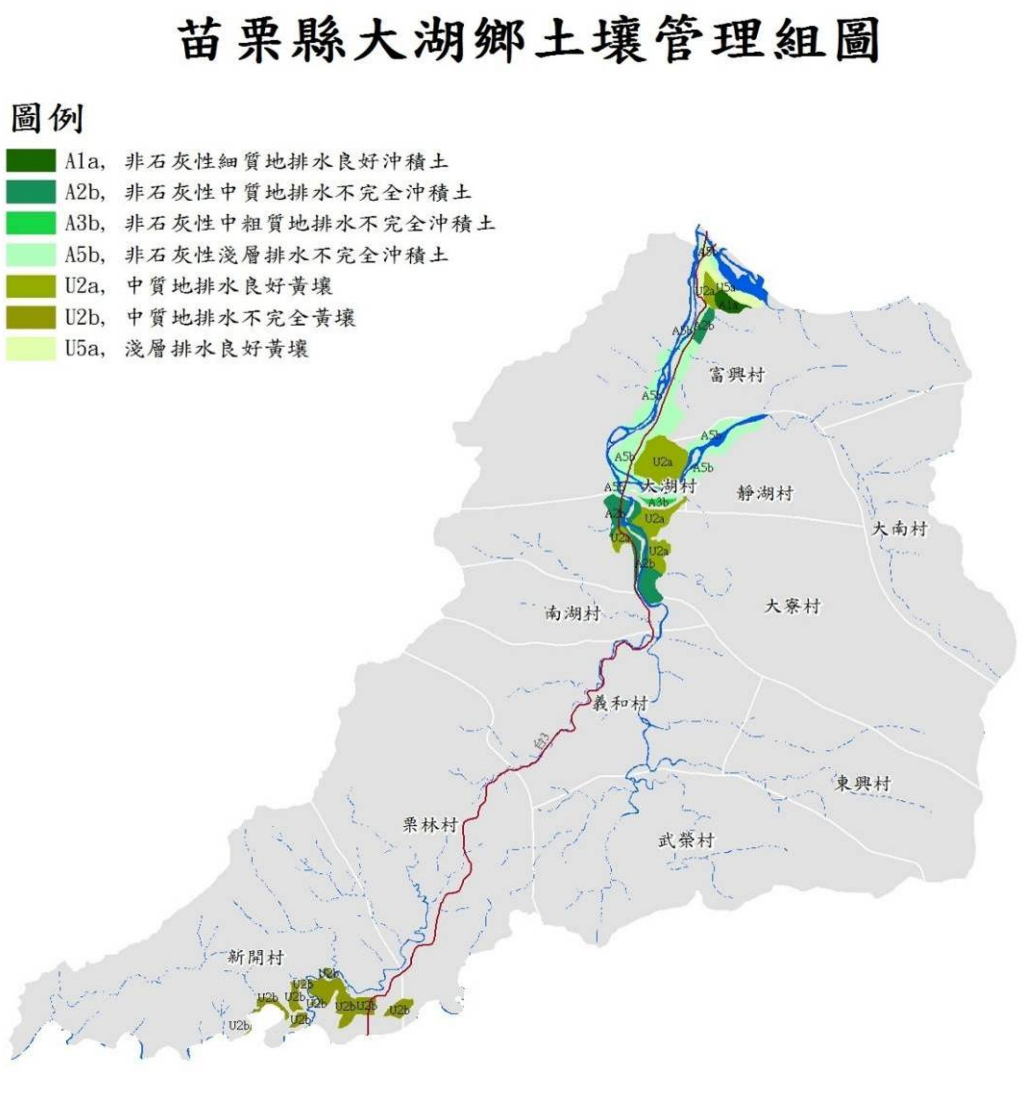

圖 9、苗栗縣大湖鄉土壤管理組圖
農業試驗所農化組土壤調查研究室製圖

台灣現行作物施肥手冊推薦量，三要素施用量皆為 150-200 公斤/公頃。若有效性磷及交換性鉀濃度較高，則應減少磷與鉀肥的施用。粗質地土壤，應條施基肥於行中間表面下約 15 公分處。

(二) 土壤 pH 需求及改良

土壤 pH 在 6.5 左右時，對所有養分的有效性接近最高，因此，肥效也會最高。草莓作物生長適當之 pH 值在 5.5 到 6.5 間。酸性土壤可於基肥，每 0.1 公頃施用苦土石灰 50 公斤，且溶出之鈣、鎂可補充養分。強酸性土壤則石灰用量可以加倍，直到土壤 pH 近中性後就不必再施用。有些有機質肥料如蛋雞糞堆肥含有高石灰質亦可提高酸性土壤 pH，但是必須注意其銅鋅含量不可過高，以免累積過高而影響草莓品質。

(三) 質地需求

觀察土壤剖面時應同時檢查土壤質地。若整個剖面皆為均勻之質地土壤最為理想。砂質土壤排水及溫度效應良好，可以生產高品質草莓，但是灌溉及肥培需要精密管理。黏重土壤可能因為排水不良及根部病害影響產量，雨水多之季節需要注重地表排水及明溝排水。土層中若土壤質地變異太大，如黏質土壤夾一層砂質土壤，則會造成排水困難，遇大雨會造成砂土層積水，而如同浸水傷害草莓根系。

(四) 土壤有機質含量

土壤有機質是土壤肥力的指標，它除可提供作物養分外，還有活化土壤微生物，增加土壤保肥和保水能力及鬆弛土壤等功能，土壤有機質含量以 20 - 40 g/kg 較適當。

在臺灣高溫多濕的氣候和精耕制度下，土壤有機質礦化迅速而使其有機質含量普遍低於 20 g/kg。為增加土壤有機質，除直接施用有機質肥料外，亦可種植綠肥或減少耕犁次數等來達成，但不是所有有機質肥料皆可以提高土壤有機質含量，只有含高量木質素、纖維素或半纖維素之堆肥對土壤有機質之提高作用才明顯。

含高量蛋白質之有機質肥料如豆粕類及魚精等材料可以提供高量氮，但對土壤有機質之提升效果有限。施用泥炭亦非明智之舉，因為泥炭無法為土壤微生物所利用，對改善土壤團粒作用很慢。

(五) 水分灌溉管理、灌溉頻率及方式

土壤水分影響有機質礦化與養分利用，只要溶氧足夠，水分越多，作物生長越旺盛，但土壤水分過多，溶氧降低，根活性低，氮肥易釋放並容易引起養分的淋洗損失，多數時期都應避免。

草莓園最常見的是利用低壓噴水帶灌溉，此一方式確實能在栽培需水時期供應水分，達到灌溉的效果。然而，由田間觀察也可以得知，利用噴水帶供水會產生逕流現象，使土壤水分過多，增加耕作管理困難，也較容易引發病害；此外過多的灌水容易引起養分的淋洗損失，尤其在粗質地的土壤，應該盡量避免。

採滴灌以替代噴水帶供水，可以減少一半的用水量，田間濕度也容易掌控。土壤水分一般以張力計測量，但是實務上較為繁複。定性描述方面，將大雨後土壤含水量當作 10 分溼，草莓苗移植到本田時，適量緊實根系土壤，使根與土壤之間有良好接觸，移植當天傍晚，供水至植穴深度範圍內，土壤水分含量達接近水飽和的程度 (9-10 分溼)，接連的數天內每日供水一至二次，以活苗為主要目的；苗成活之後到第一期花，控制根域土壤水分在 7-8 分溼。果實生長和成熟期需要水分較多，根域土含水量要求保持在 8 - 9 分溼左右。兩期果之間，是植物累積養分和形成花芽的時期，應維持土壤水分在 5-7 分溼。

(六) 本田之管理

自九月中、下旬至翌年四月中旬近七個月，各項管理工作分述如下：

1. 整地做畦

整地前清除各項雜物，依土壤狀況適時、適量全層施用有機質肥料，擇晴朗天氣翻犁做畦。為促使根發達，畦儘量做高，畦寬 112 - 115 cm，株距 30 - 33 cm，兩行定植。

2. 定植

應於基肥施入後 10 - 15 天定植，定植前充分灌水，並在畦上標示定植位置，以上午採苗，下午定植為宜，當日採之苗應當日種完。以穴植管或軟缽苗定植者，可先覆蓋防草塑膠布後定植。定植後每日灌水一次，用噴水帶者每日早晚各噴水一次。成活後以藥劑防治葉芽線蟲及炭疽病。

3. 覆蓋防草塑膠布

定植成活後約 40 天，當新葉長出 4 - 5 片時覆蓋塑膠布。覆蓋前 7 - 10 天追肥，並將缺株補齊及畦面整平。覆蓋時應即時掏出植株，勿使時間過長傷及葉片，尤其陽光強烈時。本階段注意斜紋盜、切根蟲及白粉病。於田間四週吊掛斜紋夜蛾性費洛蒙誘殺盒，以藥劑防治幼蟲及白粉病一至二次。

4. 開花結果

十月下旬已出蕾者施用 GA3 抽出花梗，濃度為 5 mg/L (毫克/公升)，10ml/株，未出蕾者為 10 mg/L (毫克/公升)，10 ml/株。花梗之抽出應注意長度，太長至溝底，灌溉時果實浸泡，太短則被葉片遮住，果實著色不良。繼續施用藥劑防治白粉病，每週一次，至結果後即停止用藥，改以糖醋液噴灑，可有效防治。葉蟎進入危害期，釋放捕植蟎防治，嚴重者可先用藥劑抑制族群後再施放捕植蟎。斜紋夜盜及甜菜夜蛾可用蘇力菌防治。

5. 採果期

十一月下旬果實開始採收，為使果實充分接受陽光，著色正常，須注意老葉及病葉摘除。葉片摘除不可過度，以開花時 8 枚，收獲開始時 12 枚，收獲最盛時 16 枚最適宜。摘葉時機以各果房採收完與果梗一併摘除。摘除老葉、病葉及果梗，應全數拿出，不可留置於畦溝。

(七) 高架床栽培

1. 栽培床架構

以 1/2 英吋鍍鋅錏管為材料，架設高 110 公分、寬 33 公分、深 15 公分之栽培床，上舖介質及 1 吋三孔噴水帶噴灌。

2. 介質選擇

以介質重量及成本選用栽培介質，可用泥炭土、蔗渣、椰土、香菇廢棄土、金針菇廢棄土。選用泥炭土、蔗渣、椰土成本較高。香菇廢棄土、金針菇廢棄土，可與其他農業廢棄物混合堆置半年以上，待腐熟後使用；使用前須經充分淋洗至適合草莓生長之 EC 值。

3. 定植

栽培介質於定植前充分灌水至全床濕透，栽培株距 20-25 cm，採千鳥植法定植

(如圖 10) 。定植後一週，每日噴水三次，之後每日一次，噴水至介質完全濕透。塑膠布覆蓋後可三至五日噴水一次，噴水量為水滴下床架即可。

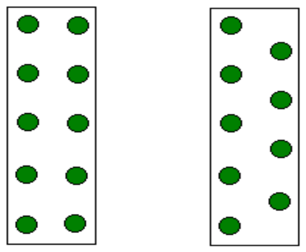

圖 10、草莓定植方法

4. 肥培管理

　　定植一週後，於二株之間穴施 70 天型裹覆肥料或市售含有機質複合肥料 10 g，於二期花開花時再施用一次。其餘依植株生長情形，以液肥行葉面補充或與噴水時共行。

5. 開花結果期

　　十月下旬已出蕾者，施用 GA3 抽出花梗，濃度為 5 mg/L (毫克/公升) 及用量 10 ml/株，未出蕾者為 10 mg/L (毫克/公升) 及 10 ml/株。結果後進行植株整理，清除老葉並將果實移出床架外，使果實充分接受陽光，著色良好。

四、目標或預期產量肥料三要素施肥量推薦

　　每公頃 20 公噸產量之草莓養分吸收量，氮約為 59 公斤，磷酐約為 29 公斤，氧化鉀約為 76 公斤。如果不考慮土壤養分，以養分利用率（氮：0.33，磷 0.2，鉀：0.45）估算，氮：磷酐：氧化鉀肥料推薦量為 179：145：169 公斤/公頃。如果種植前的土壤無機氮含量為 20 mg /kg，氮推薦量最高為 255 kg/ha，土壤無機氮含量高或者氮礦化潛勢大的土壤，氮推薦量可減少。若有效性磷及交換性鉀濃度較高，則應減少磷與鉀肥的施用。

(一) 一般田間施肥管理方案：

　　利用不同施肥位置，分配肥料種類及施用量，以充分供應草莓營養期的需求，作法如下：

1. 定植前二至三週，有機質肥料全面撒施後翻耕，使肥料與土壤充分混合。全層施肥應以改善土壤性質，提供有機質為主要目的，因此以有機質含量較高之腐熟粉狀堆肥較佳 (堆肥氮含量不超過 20 g/kg 者，忌用高量的含高鹽分的禽畜糞堆肥) ，每 0.1 公頃約 500-1,000 公斤。此外，為顧及草莓初期所需的養分，全層施肥還可以混合部分粒狀有機質肥料或化學肥料，每 0.1 公頃氮的用量 6 公斤為原則。
2. 作畦時，肥料條施於畦中央，再做畦。條施應深施，施用的深度需配合草莓之根系密集層的深淺。
   (1) 質地較細保肥力較好的土壤，考慮人工成本，全層施肥一次施足即可，可不必條施。

(2) 質地較粗或保肥力較差的土壤，可考慮全部基肥使用量之三分之二作為全層施肥，不足部分再條施。

3. 定植初期通常幼苗活力不足，種植後三星期內皆可用稀釋養液澆灌，可以促進苗快速生長。由於葉面積足夠，以葉面補施液肥可同時促進新葉發展及新根發育，且可以在根部無法吸收養分時，即時提供作物所需。
4. 塑膠膜敷蓋之前，穴施在兩株中間下方，深度約 10-15 公分，肥料施用後覆土，其目的在當土壤養分供應強度不足時，補充作物生長所需之養分；穴施的用量最省，每 0.1 公頃氮的用量 1-2 公斤為原則，主要以粒狀有機質肥料為主。
5. 種植後一個月到終止生產前，以化學肥料灌施、滴灌或隨著灌溉水施用，主要提供氮肥與鉀肥，總計每 0.1 公頃氮與氧化鉀的用量以 6 公斤為原則。
6. 次量與微量要素：種植後每二至三星期用草莓專用微量要素葉面施用。多雨季節，葉面補充綜合微量要素及含鈣肥料，葉面也可施用亞磷酸鉀，但宜避開降雨前施用。

(二) 粗質地土壤配合滴灌設施田間施肥管理方案 (土壤肥灌與葉面施肥)：

1. 整地前測定土壤，土壤 pH 低於 5 之農田，整地時每 0.1 公頃使用 80 公斤苦土石灰，至少二星期後再作畦。
2. 規劃畦的位置後，條施化學肥料，配合施用稻草或太空包堆肥，每 0.1 公頃約 500-1,000 公斤。化學肥料用量如下：

   (1) 土壤 Bray-1 磷及交換性鉀低者，施用 43 號複肥 (15:15:15)，條施於畦中央，再做畦，使肥料在約 10-15 公分深處，用量約每 0.1 公頃 40 公斤。

   (2) 土壤有效性磷及鉀已高者，每 0.1 公頃施氮 6 公斤，磷酐及氧化鉀約 2 公斤；相當於每 0.1 公頃約施用尿素 13 公斤，過磷酸鈣 11 公斤，氯化鉀 3.4 公斤。
3. 種植後二個小時內用稀釋養液澆灌 (氮： 磷酐: 氧化鉀約 100: 50: 100 mg/L (毫克/公升))，可以促進苗快速恢復及開始生長。
4. 幼苗期：種植後三星期內皆可用稀釋養液澆灌 (氮:磷酐:氧化鉀約 100: 20: 100 mg/L (毫克/公升)) ，當灌肥可以促進苗快速生長。
5. 生長期 (種植後一個月到二個月間)：每 0.1 公頃每星期灌施氮：磷酐：氧化鉀約 0.32:0.05:0.32 公斤 (約施用尿素 0.39 公斤＋硫酸銨 0.19 公斤＋硝酸鉀 0.72 公斤＋過磷酸鈣 0.25 公斤)。
6. 收穫早期至收穫盛期 (種植後二個月到四個月) ：每 0.1 公頃每星期灌施氮：磷酐：氧化鉀約 0.48 : 0.08 : 0.48 公斤 (約尿素 0.58 公斤＋硫酸銨 0.29 公斤＋硝酸鉀 1.08 公斤＋過磷酸鈣 0.35 公斤)。
7. 收穫盛期至收穫晚期 (種植後四個月後到終止生產) ：每 0.1 公頃每星期灌施氮：磷酐：氧化鉀約 0.64 : 0.10 : 0.64 公斤 (約尿素 0.78 公斤＋硫酸銨 0.38 公斤＋硝酸鉀 1.44 公斤＋過磷酸鈣 0.35 公斤)。
8. 種植後每二至三星期用草莓專用微量要素葉面施用。多雨季節，葉面補充綜合微量要素及含鈣肥料，但宜避免在降雨前施用。